做过了就理解了吗？

——以“透镜实验”为例

董克村[1]　郑晓婉[2]

（1. 台州市玉环市陈屿中学，浙江 台州　317604；2. 台州市玉环市古顺学校，浙江 台州　317604）

摘　要：本文以透镜的相关实验教学为例，针对学生做了实验却不能理解的 4 个表现，分析实验不能促进理解的症结所在，并据此提出以促进理解为目标的实验教学策略，从而改善教师的实验教学行为.

关键词：理解；实验；透镜

越来越多的科学教师已经认识到做实验的重要性，我们总是尽可能满足学生做实验的需求.但我们很少思考：学生做了实验就能理解吗？

1　聚焦：做了实验却不能理解的表现

实验是科学研究的基础，可以为学生呈现出相应的实验现象，但学生能看到并不代表就能理解.[1]虽然做了实验，但很多时候他们并不理解为什么这样做实验，不理解实验所对应的知识，具体表现在以下 4 个方面.

表现 1：不关注实验原理.

案例 1.在探究凸透镜成像规律时，学生可以在实验中发现：当凸透镜的一部分被挡住，光屏上的像依然存在，只不过会比原来暗一些.

课后再问学生：“如果凸透镜掉地上中间部分摔没了，残留上下两部分且位置不变（如图 1），此时凸透镜能成几个像？”有学生回答：“两个，因为每个凸透镜各成一个实像.”

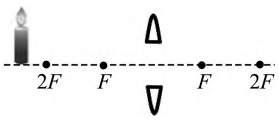

图 1

学生在实验时并不关注挡住凸透镜使像变暗的实验原理，只是知道挡住后会出现怎样的实验现象.因此，学生不会意识到凸透镜中间没了与被挡住的原理相同.当提示学生这两个凸透镜所成的像可能是分开的，也有可能是重合的，可依然有学生不理解：为什么这两个凸透镜所成的像是重合的？

表现 2：必须要按图索骥.

案例 2.在探究凸透镜成像规律实验中，学生必须依据教材中的实验步骤才能完成实验.即使实验成功，学生依然不理解自己所做的实验：为什么不用眼睛看实像却用光屏观察？为什么要找书本中要求的 4 个像？为什么倒立的像有放大、缩小、等大 3 种性质，而正立的像只有放大这一个性质？

学生只需按照现成的步骤照方抓药、按图索骥，就能得到预期的实验现象.虽然实验成功了，但学生不需要理解.如此一来，不仅学生在思维上得到的训练有限，教师也会误以为学生已经理解.

表现 3：只关注表面现象.

案例 3.在透镜对光线作用的实验中，学生可以观察到图 2 的实验现象，发现凸透镜可以使光线会聚于一点，即会聚作用；凹透镜可以使光线散开，即发散作用.部分学生在实验中只关注到表面现象，进而总结出凸透镜可将光线会聚于一点、凹透镜可将光线散开等非本质特征.

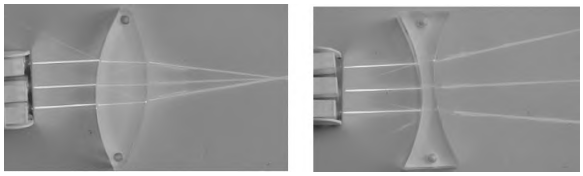

图 2　实验现象

只关注表面现象并做出片面归纳，将会造成学生的误解.如果将实验光线改为非平行光线射向透镜（如图 3），学生就不能理解：“为什么经凸透镜会聚后的光线还是散开的？经凹透镜发散后的光线却聚在一起？”

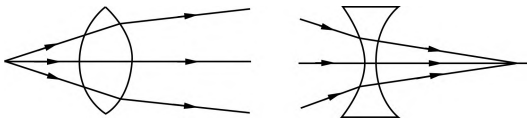

图 3

表现 4：只重视书本结论.

案例 4.（2020 年宁波中考卷第 10 题）在探究凸透镜的成像规律实验时，所用凸透镜的焦距为 10 cm，光屏是用表面涂有白漆的铁板制成.小科把“F”形发光物置于离凸透镜 13 cm 处，移动光屏，

中国知网　https://www.cnki.net

在光屏上找到清晰的像，如图 4 所示.小科看到光屏上像的形状和大小分别是

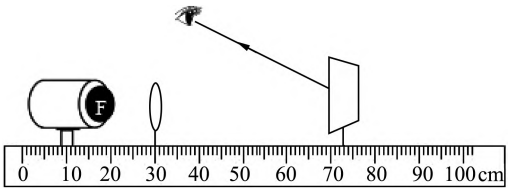

图 4

(A)⊢、放大.　　(B)┤、放大.

(C)⊢、缩小.　　(D)┤、缩小.

笔者班内 49 人只有 4 人选对，大多数学生选择了(B).学生不理解：题干中物距为 13 cm，像距为 10 cm，可知物距与焦距的关系是 $f<u<2f$，结合凸透镜成像规律可知此时的像为倒立的实像，那观察到的形状怎么只有上下相反，左右却不相反？

为此，笔者特意在课堂上重复做了这一实验，观察到的现象确实如(A)项所示.做完后学生更不理解了：这个像并不是倒立，那之前得到的凸透镜成像规律错了吗？

2 分析：实验不能促进理解的原因

结合上述案例，可以发现实验不能促进理解的原因可以归结为以下几点.

2.1 实验素材单一，学生感性认识不足

建构主义学习理论认为，理解是学生主动改变自身认知结构的过程，这要求学生收集并分析相关素材，形成一定的感性认识.在实验教学中，与实验相关的器材、数据、现象均可帮助学生形成感性认识.当感性认识上升到一定程度，才有可能转化为理性认识，促使学生理解.

遗憾的是，我们在开展实验教学时，只会选取教材中的实验作为学生理解的唯一素材，这常常使学生的感性认识不够.若能在案例 3 中为学生增加非平行光线作为光源，结合平行光线与非平行光线的实验素材(如图 5)，他们还会认为凸透镜只是简单地将光线会聚于一点吗？

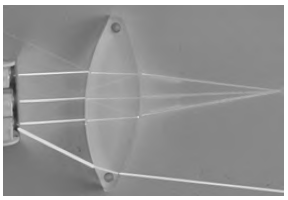

图 5

2.2 实验指导欠缺，学生实验开展不当

教师作为学生理解的帮助者、促进者，在实验教学时应注意实验方法、设计与原理的指导.如案例 2 中对学生实验方案设计指导不当，学生就无法理解自己的实验操作，继而影响理解后续实验.

再比如，当实验中各种现象交织在一起，内在的本质特征常常被外显的非本质特征所掩盖.若教师没有对观察活动做进一步规范指导，学生就很难抓住事物的本质特征.

2.3 理论实践分离，学生活动流于形式

科学的理论与实践之间存在密切的逻辑关系，两者形成一个有机整体.但是，一些学生只关心实验现象，并不关注背后的实验原理.案例 1 中，学生没有思考遮挡凸透镜的实验原理，导致问题变化后无所适从.

还有一些学生因为知道了实验原理，对实验现象关注不够.案例 4 中学生错误率如此之高，因为大家对“$f<u<2f$ 时，凸透镜成倒立、放大的实像”这一结论太熟悉了，完全忽略了实际观察到的情形.

将科学理论与实验实践分离，一定程度助长了“背实验”“记实验”之风.如此一来，学生在实验中也就收获甚少，久而久之，实验也将逐渐演变为“走过场”.

3 优化：利用实验促进理解的教学策略

实验能为学生提供感性的认知素材，精准的“做”能使学生形成正确的“理解”.[2] 在实验教学中，可以从优化实验路径、优化实验结构、优化实验应用 3 方面着手改进我们的实验教学行为.

3.1 优化实验路径，架构过渡支架

(1) 优化实验素材.

在实验的准备路径上，需要意识到：恰当的实验素材可以促使学生理解.教师应针对学生理解上可能出现的困难，优化实验素材.如探究凸透镜成像规律时，教材选择了烛焰作为观察对象，它在光屏上所成的倒像并不能体现出左右相反的特点.这不利于学生直观地感受“倒立”，容易造成理解的偏差.为此，我们可以选择发光字母“F”代替烛焰，优化实验素材，让学生更好地理解“倒立的像”.

(2) 优化问题引导.

在思考的引领路径上，需要意识到：实验的主要目的不在“做”，而在“思”.教师在实验教学的备课环节就规划好充足的时间，预留给学生思考、讨论.在案例 2 中引导学生设计实验步骤时，可以优化启发性问题：

◆ 问题 1：如何放置蜡烛、凸透镜和光屏？(从方便实验的角度考虑)

◆ 问题 2：如何选择观察对象与凸透镜的距离？(从结论普适性角度考虑)

◆ 问题 3：如何判断像距？(从数据记录角度考虑)

◆ 问题 4：如何从数据中寻找规律？(从数据分析角度考虑)

(3) 优化方法指导.

在方法的帮扶路径上，需要意识到：通过指导

中国知网 https://www.cnki.net

学生实验技能及方法，可降低学生收集、分析素材的难度.如在案例 2 中，可引导全班学生选择不同的凸透镜进行多次分组实验，合作将大数据呈现在表 1 中，并借助 Excel 将其转化为图像，更直观地分析规律(如图 6).

表 1

焦距 f /cm	物距 u /cm	像距 v /cm	像的性质		
			正立/倒立	放大/等大/缩小	虚像/实像

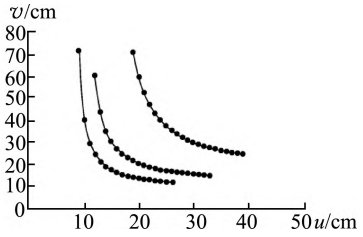

图 6

3.2 优化实验结构，搭建认知框架

(1) 建立实验与实验之间的联系.

将实验相互关联以强化实验本身的内在逻辑结构，将大大简化学生的理解过程.如在探究凸透镜成像规律时，我们常常用凸透镜观察实验引出探究实验(如图 7)，可为什么在后续的探究实验用了光屏而前面的观察实验却不用光屏？

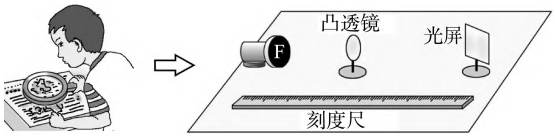

图 7

我们可以对两个实验进行横向联系：要想研究凸透镜的成像规律，就必须知道所成像的大小及像距，此时用眼睛虽然可以看到，但不利于测量.另外，眼睛能看到实像与虚像，却无法直接区分两者，但光屏可以办到.

(2) 建立实验与经验之间的联系.

教师可以在实验的基础上联系学生的原有经验，显化梳理相关知识结构.如要帮助学生理解案例 3 中出现的凸透镜会聚光线的现象，我们不能满足于看到实验现象.

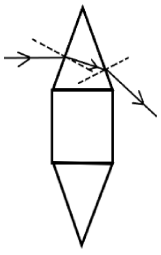

图 8

教师可引导学生联系折射的相关知识，将凸透镜模型简化为图 8，通过作图可以发现：一条入射光线经凸透镜左右两个表面折射后，折射光线会更靠近主光轴.

3.3 优化实验应用，检测理解深度

(1) 联系“生活停靠点”，应用实验解决实际问题.

科学课程强调知识与生活的紧密联系，实验结束后应注重实验结论在生活中的应用，解决实际生活中遇到的困难.完成了凸透镜成像规律的实验后，教师可以借助实际问题“果农为草莓拍照时，怎么拍会显得草莓更大?”引导学生运用实验结论进行解决.通过联系生活中的拍照场景(如图 9)，分析物距、像距以及像的大小在真实情景中的变化，进而帮助学生深刻理解凸透镜成像规律.



图 9 拍照

(2) 设置“挑战性任务”，设计实验培养科学思维.

学生天生都是探索者，他们的好奇心和求知欲会促使其挑战更高难度的任务，让科学思维向更高深处漫溯.如用水瓶检测学生对于凸透镜的理解：通过水瓶观察“上”字时，所成的像左右相反、上下不相反(如图 10)，这是凸透镜吗？

我们除了从概念上进行辨析外，还可以设计实验引导学生分析验证：当太阳光经过水瓶折射后，可以在墙壁上形成一条最小最亮的斑线(如图 11).也就是说，装水水瓶虽然在竖直方向上不能会聚光线，但在水平方向上具有凸透镜会聚光线的特点.



图 10



图 11

综上所述，做了实验不一定能让学生获得理解.教师应依据学生在实验教学中的具体表现，分析学生的学习成效，借助多种教学策略促成学生的理解，使实验教学成为提升学生科学素养的重要过程.

参考文献：

1 郑青岳.“知道”和“理解”的辩证关系[J].物理教学探讨，2019，37(11)：61－64.

2 郑青岳.深究“做”与“理解”的关系[J].教学月刊·中学版(教学参考)，2019(4)：32－35.

(收稿日期：2024－01－15)

中国知网 https://www.cnki.net